

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



| |
|-------------------|
| REC'D 09 SEP 2003 |
| WIPO PCT |

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 42 333.4

Anmeldetag: 12. September 2002

Anmelder/Inhaber: Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Bestimmen der Hüllkurve
eines modulierten Signals

IPC: G 01 R, H 04 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Ebert

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Verfahren zum Bestimmen der Hüllkurve eines modulierten Signals

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Hüllkurve eines modulierten Signals, beispielsweise für die Ermittlung der Werte für ein CCDF-Diagramm.

10 Insbesondere für die Ermittlung der CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function) aber auch für andere Anwendungen ist die Bestimmung der Hüllkurve eines modulierten Signals erforderlich. Das CCDF-Diagramm gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß der Signalpegel der Hüllkurve des analysierten Signals einen bestimmten Pegelwert überschreitet. Aus dem Verlauf des CCDF-Diagramms lässt sich u. a. der Parameter des Crestfaktors bestimmen, der das Verhältnis der maximal im Signal vorkommenden Leistung bezogen auf die mittlere Leistung angibt. Der Crestfaktor unterstützt den Betreiber eines 20 modulierten Hochfrequenzsenders, die optimale Aussteuerung der Senderverstärker zu bestimmen. Einerseits soll die gesendete Leistung möglichst hoch sein, damit der Signalaussteuerung Rauschabstand an den Empfängern möglichst groß ist. Andererseits darf die Sendeleistung nicht zu groß sein, um 25 Zerstörungen bei den Senderverstärkern durch kurze Leistungsspitzen zu vermeiden. Wird der gemessene CCDF-Verlauf gemeinsam mit dem Verlauf eines idealen Signals dargestellt, können auch Rückschlüsse auf Nichtlinearitäten und Begrenzungseffekte im gesendeten 30 Signal vorgenommen werden.

Aus der DE 199 10 902 A1 ist eine Meßwerteerfassungs- und Anzeigevorrichtung für ein CCDF-Diagramm bekannt. Auch dort besteht ein Schritt der Signalaufbereitung darin, die 35 Hüllkurve des modulierten Signals bzw. die Leistung der Hüllkurve zu bestimmen. In Spalte 10 Zeile 47 bis Spalte 11 Zeile 28 wird zur Bestimmung der Hüllkurvenleistung vorgeschlagen, das Signal mit der vierfachen Symbolfrequenz abzutasten, die Digitalwerte einer aus vier

Abtastwerten bestehenden Gruppe zu quadrieren, zu summieren und dann durch 4 zu teilen. Somit entsteht ein gleitender Mittelwert der Leistungswerte der Momentan-Amplitude des modulierten Signals, was einer 5 Tiefpaßfilterung entspricht. Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist jedoch, daß die dabei notwendige Quadrierung der abgetasteten Digitalwerte zu höherfrequenten Spektralanteilen führt. Die darauf folgende nicht-ideale Tiefpaßfilterung führt zu 10 Ungenauigkeiten bei der CCDF-Messung. Genauer gesagt, führt die Quadrierung der Abtastwerte zu höherfrequenten Spektralanteilen, die durch die Mittelung (= Filterung mit einem Filter mit $\sin(x)/x$ -Frequenzgang) nicht mehr ordentlich entfernt werden.

15 Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Hüllkurve eines modulierten Signals anzugeben, das mit einer relativ hohen Genauigkeit arbeitet.

20 Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

25 Im Gegensatz zu dem bekannten Verfahren erfolgt die Ermittlung der Hüllkurve erfindungsgemäß nicht durch eine Tiefpaßfilterung, sondern die digitalen Abtastwerte werden in den Frequenzbereich fouriertransformiert. Im Frequenzbereich wird dann der Bereich positiver Frequenzen bzw. der Bereich negativer Frequenzen entfernt. Es folgt 30 dann eine Fourier-Rücktransformation in den Zeitbereich. Erst dann werden die Beträge der rücktransformierten Abtastwerte gebildet. Es wird in dieser Anmeldung später noch gezeigt, daß der Absolutbetrag der rücktransformierten Abtastwerte die Hüllkurve des 35 modulierten Hochfrequenzsignals darstellt.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat im Gegensatz zur Betragsbildung und anschließenden Tiefpaßfilterung den Vorteil, daß die Durchführung des Verfahrens unabhängig

von der Qualität der Tiefpaßfilterung, unabhängig von der Art des Signals und von dessen spektralen Lage und außerdem unabhängig vom Synchronisationszustand des zu vermessenden Hochfrequenzsignals ist. Das erfindungsgemäße
5 Verfahren ist zudem wesentlich genauer als das bekannte Verfahren mit Tiefpaßfilterung.

Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

10 Es ist vorteilhaft, neben dem Bereich der negativen bzw. positiven Frequenzen auch den Gleichanteil bei der Frequenz 0 nach der Fouriertransformation in den Frequenzbereich zu entfernen. Dadurch ist gewährleistet,
15 daß der Gleichspannungs-Versatz eines nicht idealen Analog/Digital-Wandlers keinen Einfluß auf das erfindungsgemäße Verfahren hat. Das ideale Signal hat in der Zwischenfrequenz-Ebene keinen Gleichspannungsanteil, so daß die Entfernung des Gleichspannungsanteils das
20 Meßergebnis nicht verfälscht.

Ferner ist es sinnvoll, die in den Zeitbereich rücktransformierten Abtastwerte nur in einem solchen begrenzten Bereich weiterzuverarbeiten, daß die durch die
25 Fouriertransformation und inverse Fouriertransformation hervorgerufene zyklische Fortsetzung des Signals unterdrückt wird.

Die Ansprüche 6, 7, 8 und 9 betreffen ein entsprechendes
30 digitales Speichermedium, Computerprogramm bzw. Computerprogramm-Produkt auf der Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die
35 Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Beispiel eines CCDF-Diagramms;

Fig. 2 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens;

5 Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 4 die in den Frequenzbereich fouriertransformierten Abtastwerte und

10 Fig. 5 die in den Zeitbereich rücktransformierten Abtastwerte.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend für das Anwendungsbeispiel der Bestimmung der Momentanleistung der

15 Hüllkurve für ein CCDF-Diagramm erläutert. Wie bereits ausgeführt, ist das erfindungsgemäße Verfahren jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt und eignet sich für alle Anwendungen, bei welchen der momentane Pegel der Hüllkurve oder aus diesem abgeleitete Signalwerte, wie z. 20 B. die Leistung, also das Quadrat des Pegels, benötigt werden.

Fig. 2 demonstriert das erfindungsgemäße Verfahren anhand eines Blockschaltbilds. Das durch ein Modulationssignal

25 modulierte hochfrequente Eingangs-Signals S wird zunächst an einer Abtast- und Halteschaltung 1 digital abgetastet. Dabei entstehen digitale Abtastwerte A_n des Eingangs-Signals S. Die Abtastwerte A_n werden dann beispielsweise mit einem Algorithmus der schnellen Fouriertransformation 30 (FFT, Fast Fourier Transform) einer Fouriertransformation unterworfen. Dadurch entstehen die fouriertransformierten Abtastwerte B_n . Die Fouriertransformation ist in Fig. 2 durch den Block 2 veranschaulicht.

35 Durch die Fouriertransformation eines abgetasteten reellen Signals entstehen bekanntermaßen fouriertransformierte Abtastwerte, die sich sowohl über den Bereich negativer Frequenzen als auch über den Bereich positiver Frequenzen erstrecken. Erfindungsgemäß wird von den

fouriertransformierten Abtastwerten B_n entweder der Bereich negativer Frequenzen oder der Bereich positiver Frequenzen entfernt. Läuft der Index n , welcher die fouriertransformierten Abtastwerte B_n indiziert,

5 beispielsweise von $-2^N/2$ bis $2^N/2-1$, wobei N eine ganze natürliche Zahl ist, so entspricht der Bereich negativer Frequenzen den Abtastwerten B_n mit $n < 0$ bzw. der Bereich positiver Frequenzen entspricht den Abtastwerten B_n mit $n > 0$.

10 Die verbleibenden Abtastwerte, die entweder nur positiv oder nur negativ sind, sind in Fig. 2 mit B'_n bezeichnet.

Die Beschneidung der Abtastwerte im negativen Frequenzbereich ist in Fig. 2 durch den Block 3 veranschaulicht, welcher eine Übertragungsfunktion $H(f)$ hat, welche nur im Bereich positiver Frequenzen von 0 verschieden ist. Diese seitenbandbereinigten, fouriertransformierten Abtastwerte B'_n werden anschließend durch eine inverse Fouriertransformation in den

20 Zeitbereich zurücktransformiert. Dabei kann ebenfalls eine schnelle digitale Fourier-Rücktransformation (IFFT, Inverse Fast Fourier Transform) zum Einsatz kommen, was in Fig. 2 durch den Block 4 veranschaulicht ist. Im Zeitbereich stehen dann die rücktransformierten

25 Abtastwerte C_n zur Verfügung, deren Betrag schließlich noch in dem Betragsbild 5 zu bilden ist. Der Betrag der in den Zeitbereich rücktransformierten Abtastwerte ist in Fig. 2 mit D_m bezeichnet.

30 Für den Anwendungsfall des CCDF-Diagramms muß nun in einem Block 6 die relative Häufigkeit festgestellt werden, mit welcher das Quadrat der Betrags-Abtastwerte D_m^2 , welcher der Leistung entspricht, in Relation zur durchschnittlichen Leistung D_{eff}^2 auf einer in dB

35 skalierten logarithmischen Skala einen Schwellwert x überschreitet. Zweckmäßigerweise wird die Quadrierung nicht vor, sondern nach der Logarithmierung durchgeführt, d. h. statt einer Multiplikation mit dem Faktor 10 erfolgt eine Multiplikation mit dem Skalierungsfaktor 20:

$$10 \cdot \log \frac{D_m^2}{D_{\text{eff}}^2} = 10 \cdot \log \left(\frac{D_m}{D_{\text{eff}}} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{D_m}{D_{\text{eff}}} \quad (1)$$

Das CCDF-Diagramm kann dann auf einer Anzeigeeinrichtung
 5 7, beispielsweise einem Bildschirm, zur Anzeige gebracht
 werden.

Wie Fig. 5 zeigt, ist das zunächst fouriertransformierte
 10 und dann in den Zeitbereich zurücktransformierte Signal
 bestehend aus den digitalen Abtastwerten C_n aufgrund der
 endlichen Zeit- und Frequenzabtastung zyklisch, d. h. im
 15 in Fig. 5 dargestellten Beispiel hat das Signal eine
 Zyklus-Länge m_2-m_1-1 . Der Index n läuft in Fig. 5 von 0
 bis 2^N-1 . Es ist daher zweckmäßig, die rücktransformierten
 20 Abtastwerte C_n nur in einem begrenzten Bereich 13
 weiterzuverarbeiten, so daß die zyklische Fortsetzung
 unterdrückt wird, d. h. es gilt $C_m=C_n$ mit $m_1 \leq m \leq m_2$. Nur von
 diesem begrenzten Ausschnitt C_m der rücktransformierten
 Abtastwerte wird der Betragswert berechnet, was der
 Bezeichnung in Fig. 2 entspricht. Die Betragsbildung
 erfolgt dann nach der Formel

$$D_m = |C_m| = \sqrt{\text{Re}\{C_m\}^2 + \text{Im}\{C_m\}^2} \quad (2)$$

25 Die Schritte zur Bestimmung der Beträge der
 rücktransformierten Abtastwerte D_m werden so lange
 wiederholt, bis genügend viele Werte D_m zur Verfügung
 stehen, daß daraus nach den bekannten Regeln der
 Effektivwert D_{eff} der Wertefolge bestimmt werden kann. Die
 30 Leistung dieses Effektivwerts ist dann der Bezugswert für
 die Angabe des Pegels auf der horizontalen Achse des CCDF-
 Diagramms (0 dB). An der vertikalen Achse des CCDF-
 Diagramms wird der zum jeweiligen Leistungspegel gehörende
 CCDF-Wert aufgetragen, d. h. diejenige relative
 35 Häufigkeit, mit welcher der Leistungswert x relativ zur
 mittleren Leistung D_{eff}^2 überschritten wird. Dies erfolgt
 mittels der Formel

$$CCDF(x) = p\left(20 \cdot \log_{10} \frac{D}{D_{\text{eff}}} \geq x\right) \quad [x] = \text{dB} \quad (3)$$

mit

5

p: Auftrittswahrscheinlichkeit bzw. relative Häufigkeit

D: Momentanwert der Hüllkurve

D_{eff} : Effektivwert der Hüllkurve

10 Anstatt, wie hier, Pegelgrößen bzw. Spannungsgrößen zu vergleichen, können natürlich auch die entsprechenden Leistungsgrößen (Momentanleistung D^2 und mittlere Leistung D_{eff}^2) direkt miteinander in Beziehung gesetzt werden. Dann ändert sich der Vorfaktor des Logarithmus allerdings
 15 von 20 auf 10.

Anhand von Fig. 3 und 4 wird die Funktion des erfindungsgemäßen Verfahrens näher beschrieben. Das Signals S kann in eine Fourier-Reihe zerlegt werden, d. h.
 20 jedes beliebige Eingangssignals kann aus einer Reihe von Kosinussignalen mit unterschiedlichen Signalpegeln und Phasen aufgebaut werden. Im folgenden wird nur eine dieser Fourier-Komponenten betrachtet, die sich allgemein wie folgt schreiben lässt:

25

$$s_i(t) = A(t) \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \quad (4)$$

Die hier zu bestimmende Hüllkurve wäre also $A(t)$. Bei dem Sendesignal handelt es sich um ein reelles Signal, das
 30 sich komplex wie folgt darstellen lässt:

$$\begin{aligned} s_i(t) &= A(t) \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot (e^{j \cdot (\omega \cdot t + \varphi)} + e^{-j \cdot (\omega \cdot t + \varphi)}) \right] \\ &= \frac{A(t)}{2} \cdot e^{j \cdot (\omega \cdot t + \varphi)} + \frac{A(t)}{2} \cdot e^{-j \cdot (\omega \cdot t + \varphi)} \end{aligned} \quad (5)$$

Graphisch kann man sich diese Beziehung anhand eines
 35 Zeigerdiagramms, wie in Fig. 3 dargestellt, vorstellen.

Das Signal $s_1(t)$ besteht aus einem ersten, mit der Winkelfrequenz ω linksdrehenden Drehzeiger 8 und einem zweiten, synchron dazu mit der gleichen Kreisfrequenz ω rechtsdrehenden Drehzeiger 9. Das erfindungsgemäße
 5 Weglassen des Bereichs negativer Frequenzen führt dazu, daß der Drehzeiger 9 unterdrückt wird. Umgekehrt führt das alternativ genauso mögliche Weglassen des Bereichs positiver Frequenzen dazu, daß der Drehzeiger 8 unterdrückt wird. Die Filterung im Frequenzbereich führt
 10 also zum Wegfall eines der beiden Summanden in Gleichung (5). Wenn in der Gleichung (4) beispielsweise die Komponente mit der negativen Frequenz, d. h. der linksdrehende Drehzeiger 9 in Fig. 3, weggelassen wird, so entsteht nach der Betragsbildung das folgende Ergebnis:
 15

$$s_2(t) = \left| \frac{A(t)}{2} \cdot e^{+j(\omega \cdot t + \varphi)} \right| = \left| \frac{A(t)}{2} \cdot e^{-j(\omega \cdot t + \varphi)} \right| = \frac{|A(t)|}{2} \quad (6)$$

Der Betrag entspricht nach Fig. 3 der Länge des verbliebenen Zeigers. Bei der Verwendung des Signals $s_2(t)$
 20 für die Bestimmung der CCDF-Diagramms spielt die Tatsache, daß $s_2(t)$ aufgrund der Betragsbildung nur positiv sein kann, keine Rolle. Bei dem CCDF-Diagramm werden Leistungen miteinander verglichen, die nur positiv sein können. Die Teilung durch den Faktor 2 beeinflußt das Ergebnis des
 25 CCDF-Diagramms ebenfalls nicht.

Die vorstehend anhand einer Fourier-Komponente gewonnene Erkenntnis kann natürlich ohne weiteres auf das Gesamt-Signal, das eine lineare Überlagerung einer Vielzahl von Fourier-Komponenten darstellt, angewandt werden. Dazu sind in Fig. 4 die fouriertransformierten Abtastwerte B_n dargestellt. Der Index n läuft hier von $-2^N/2$ bis $2^N/2-1$. Es ist erkennbar, daß der Bereich negativer Frequenzen 10 bei einem reellen Eingangs-Signal S das Spiegelbild des
 35 Bereichs 11 mit positiven Frequenzen ist.

Wird bei der weiteren Signalverarbeitung entweder der Bereich 10 negativer Frequenzen weggelassen, also

$B'_n=0$ für $n<0$ und

$B'_n=B_n$ für $n>0$

5 oder wird der Bereich 11 positiver Frequenzen weggelassen,
also

$B'_n=B_n$ für $n<0$ und

$B'_n=0$ für $n>0$,

10

so ergibt sich nach der Rücktransformation in den Zeitbereich nach Bildung des Absolutbetrags automatisch die Hüllkurve, wie dies vorstehend anhand von Fig. 3 veranschaulicht wurde.

15

Zweckmäßig wird nicht nur entweder der Bereich 10 negativer Frequenzen oder der Bereich 11 positiver Frequenzen unterdrückt, sondern zusätzlich noch der Gleichanteil 12 für die Frequenz Null; bei der hier verwendeten Indizierung, also B_0 mit $n=0$. So wird ein eventuell vorhandener Gleichspannungsanteil (DC-Offset) unterdrückt. Da die ausgewerteten Signale aus der Zwischenfrequenz-Ebene stammen, dürften diese eigentlich keinen Gleichspannungsanteil enthalten. Ist dennoch ein Gleichspannungsanteil vorhanden, so stammt dieser beispielsweise von einem Gleichspannungs-Versatz des Analog/Digital-Wandlers und eine Entfernung dieses Gleichspannungsanteils erhöht die Meßgenauigkeit.

30 Ein Beispiel eines CCDF-Diagramms, dessen zugrundeliegende Hüllkurve mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gewonnen wurde, ist in Fig. 1 dargestellt. Wie bereits erläutert, ist bei einem CCDF-Diagramm die relative Häufigkeit p dafür aufgetragen, daß ein bestimmter Pegel D auf einer logarithmischen Skala überschritten wird. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel eines Eingangs-Signals, das nach dem 8VSB-Standard digital moduliert wurde, kommen Überschreitungen der Effektiv-Leistung mit 3 dB noch mit einer relativen Häufigkeit von etwa 10 % vor, während

Überschreitungen der Effektiv-Leistung mit mehr als 6 dB schon mit einer deutlich kleineren relativen Häufigkeit als 1 % auftreten.

5 Wie bereits mehrfach betont, ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf den Anwendungsfall der Erfassung von Momentan-Pegelwerten oder Momentan-Leistungswerten für ein CCDF-Diagramm beschränkt, sondern ganz allgemein zur Bestimmung der Hüllkurve eines modulierten Signals
10 geeignet. Das Verfahren lässt sich sowohl mit einer digitalen Hardware, beispielsweise durch Verwendung von FPGA (Field Programmable Gate Array), oder mit einer Software in einem speziellen Prozessor, idealerweise in einem digitalen Signalprozessor (DSP), durchführen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Hüllkurve eines modulierten Eingangs-Signals (S) mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Erzeugen digitaler Abtastwerte (A_n) durch digitales Abtasten (1) des Eingangs-Signals (S),
 - Erzeugen fouriertransformierter Abtastwerte (B_n) durch Fouriertransformieren (2) der digitalen Abtastwerte (A_n),
 - Erzeugen seitenbandbereinigter, fouriertransformierter Abtastwerte (B'_n) durch Entfernen (3) des Bereichs (10) mit negativen Frequenzen oder des Bereichs (11) mit positiven Frequenzen von den fouriertransformierten Abtastwerten (B_n),
 - Erzeugen rücktransformierter Abtastwerte (C_n) durch inverses Fouriertransformieren (4) der seitenbandbereinigten, fouriertransformierten Abtastwerte (B'_n) und
 - Bilden (5) der Werte des Absolutbetrags (D_m) der rücktransformierten Abtastwerte (C_n).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung der seitenbandbereinigten,
fouriertransformierten Abtastwerte (B'_n) neben dem Bereich (10,11) mit den negativen bzw. positiven Frequenzen auch
der Gleichanteil (12) bei der Frequenz Null entfernt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die rücktransformierten Abtastwerte (C_n) nur in einem solchen begrenzten Bereich (13) weiter verarbeitet werden,
daß eine durch die Fouriertransformation und inverse Fouriertransformation hervorgerufene zyklische Fortsetzung
unterdrückt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Werte des Absolutbetrags (D_m) relativ zu einem Effektivwert (D_{eff}) der rücktransformierten Abtastwerte logarithmiert werden.

5 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Häufigkeitsverteilung der logarithmierten Werte als Funktion des logarithmierten Pegels (CCDF-Diagramm) angezeigt wird.

10

6. Digitales Speichermedium mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, die so mit einem programmierbaren Computer oder digitalen Signalprozessor zusammenwirken können, daß das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgeführt wird.

15

7. Computerprogramm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis
20 5 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Signalprozessor ausgeführt wird.

25

8. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Signalprozessor ausgeführt wird.

25

9. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem maschinenlesbaren Datenträger gespeichert ist.

30

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der
5 Hüllkurve eines modulierten Eingangs-Signals (5) mit
folgenden Verfahrensschritten:

- Erzeugen digitaler Abtastwerte (A_n) durch digitales
Abtasten (1) des Eingangs-Signals (5),
- Erzeugen fouriertransformierter Abtastwerte (B_n) durch
10 Fouriertransformieren (2) der digitalen Abtastwerte (A_n),
- Erzeugen seitenbandbereinigter, fouriertransformierter
Abtastwerte (B'_n) durch Entfernen des Bereichs mit
negativen Frequenzen oder des Bereichs mit positiven
Frequenzen von den fouriertransformierten Abtastwerten
15 (B_n),
- Erzeugen rücktransformierter Abtastwerte (C_n) durch
inverses Fouriertransformieren (4) der
seitenbandbereinigten, fouriertransformierten Abtastwerte
(B'_n) und

20 - Bilden des Absolutbetrags (D_m) der rücktransformierten
Abtastwerte (C_n).

(Fig. 2)

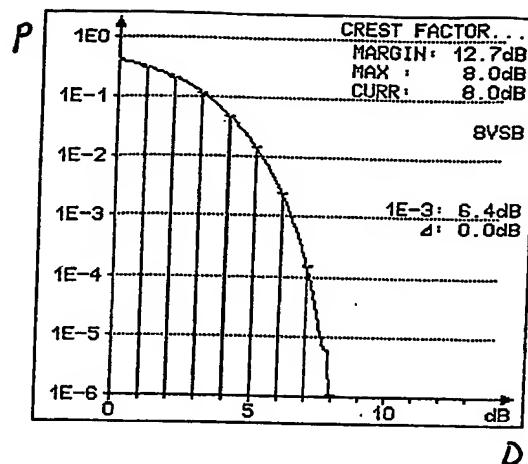


Fig. 1

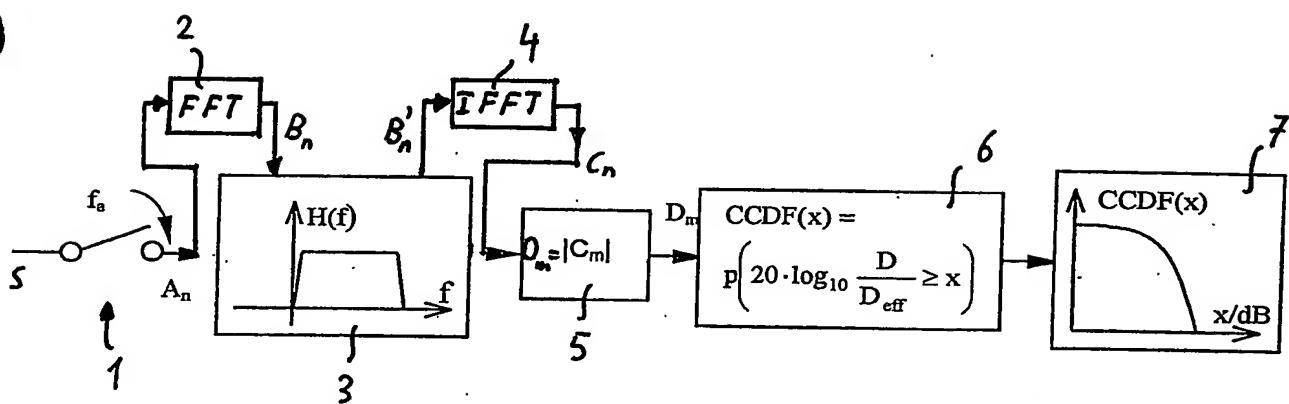


Fig. 2

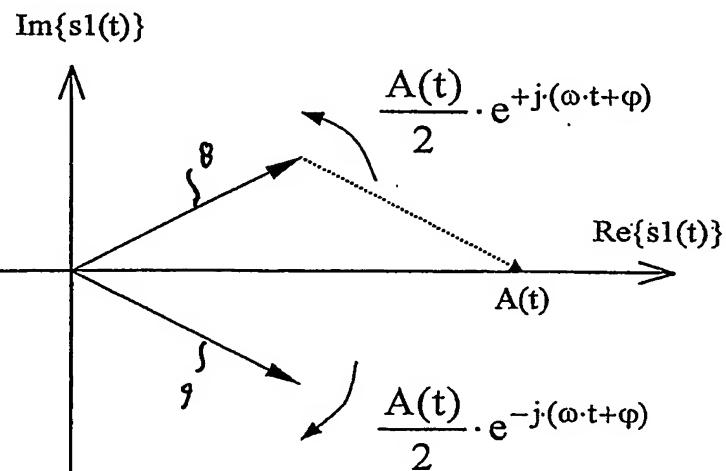


Fig. 3

212

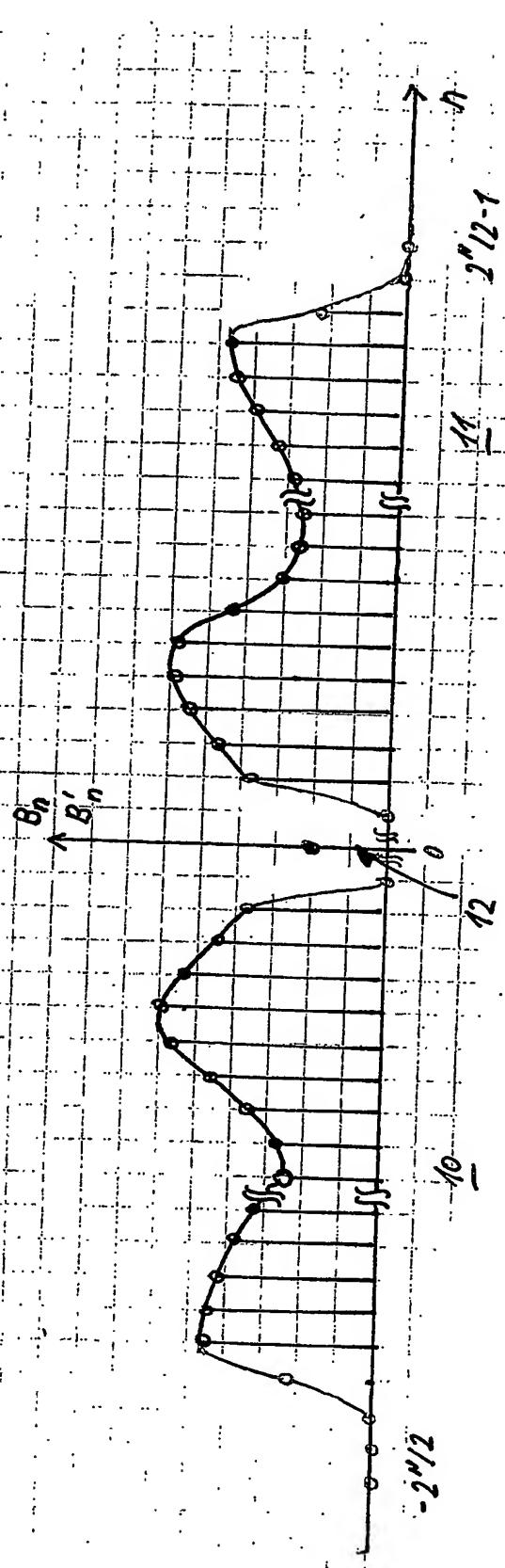


Fig. 4

